

DIN EN 1337-5

ICS 91.010.30

Einsprüche bis 2018-03-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1337-5:2005-07

Entwurf

**Lager im Bauwesen –
Teil 5: Topflager;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1337-5:2018**

Structural bearings –
Part 5: Pot bearings;
German and English version prEN 1337-5:2018

Appareils d'appui structuraux –
Partie 5: Appareils d'appui à pot;
Version allemande et anglaise prEN 1337-5:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-01-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 117 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1337-5:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 167 „Lager im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-57-02 AA „Lager im Bauwesen (DIN 4141) (SpA zu CEN/TC 167 Structural Bearings)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

EN ISO 527-1	siehe DIN EN ISO 527-1
EN ISO 527-2	siehe DIN EN ISO 527-2
EN ISO 1133 (alle Teile)	siehe DIN EN ISO 1133 (alle Teile)
EN ISO 1183 (alle Teile)	siehe DIN EN ISO 1183 (alle Teile)
EN ISO 2039-1	siehe DIN EN ISO 2039-1
EN ISO 4287	siehe DIN EN ISO 4287
EN ISO 4288	siehe DIN EN ISO 4288
EN ISO 7500-1	siehe DIN EN ISO 7500-1
ISO 48	siehe DIN ISO 48
ISO 1817	siehe DIN ISO 1817
ISO 23529	siehe DIN ISO 23529

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1337-5:2005-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument wurde redaktionell und technisch vollständig überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 527-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

DIN EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen*

DIN EN ISO 1133 (alle Teile), *Kunststoffe — Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten*

DIN EN ISO 1183 (alle Teile), *Kunststoffe — Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen*

DIN EN ISO 2039-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Härte — Teil 1: Kugeleindruckversuch*

DIN EN ISO 4287, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit*

DIN EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmess-einrichtung*

DIN ISO 48, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 IRHD und 100 IRHD)*

DIN ISO 1817, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung des Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten*

DIN ISO 23529, *Elastomere — Allgemeine Bedingungen für die Vorbereitung und Konditionierung von Prüfkörpern für physikalische Prüfverfahren*

— Leerseite —

Lager im Bauwesen — Teil 5: Topflager

Appareils d'appui structuraux — Partie 5 : Appareils d'appui à pot

Structural bearings — Part 5: Pot bearings

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9b

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole	9
3.3 Abkürzungen	10
4 Arten von Topflagern	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Arten von Topfkonstruktionen	11
4.3 Arten von Innendichtungen	12
4.3.1 Allgemeines	12
4.3.2 Dichtungsart „a“	12
4.3.3 Dichtungsart „b“	13
4.3.4 Dichtungsart „c“	15
4.4 Arten von Kontaktflächen zwischen Deckel und Topf	17
5 Werkstoffeigenschaften	18
5.1 Stahlwerkstoffe	18
5.2 Elastomere Werkstoffe	18
5.3 Dichtungswerkstoffe	18
5.3.1 Dichtungsart „a“	18
5.3.2 Dichtungsart „b“	18
5.3.3 Dichtungsart „c“	18
5.4 Schmierstoff	19
6 Bemessung	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Innendichtungssystem	19
6.3 Verhalten unter vertikaler Last	20
6.3.1 Kontaktdruck – Elastomerkissen	20
6.3.2 Durchbiegung	20
6.4 Verhalten unter horizontalen Lasten	20
6.4.1 Allgemeines	20
6.4.2 Deckel/Topf-Kontaktdruck	21
6.4.3 Topfprüfung	23
6.5 Verhalten unter Verdrehungen	29
6.5.1 Allgemeines	29
6.5.2 Rückstellmoment	29
6.5.3 Nutzungsdauer — Nutzungsdauer der Dichtung aufgrund des Gleitkontakts mit der Topfwand	30
6.5.4 Geometrische Kriterien für die erforderliche Verdrehung	31
6.6 Kombination aus vertikalen Lasten und Verdrehungen — Mindestdicke	31
6.7 Kombination mit anderen Lagern oder Elementen	32
6.7.1 Kombination mit einem Gleitteil	32
6.7.2 Lastverteilung in den Komponenten	32
6.7.3 Lastübertragung auf angrenzende Bauwerke	33

7	Prüfung.....	33
7.1	Rückstellmoment	33
7.2	Bestimmung der Drucksteifigkeit	33
7.3	Schmierstoff und Gummi	33
7.4	Oberflächenrauheit von Stahlteilen	33
8	Fertigung, Zusammenbau, Toleranzen, Markierung und Kennzeichnung.....	33
8.1	Allgemeines	33
8.2	Elastomerkissen.....	33
8.3	Parallelität der Außenflächen	34
8.4	Passung der Komponenten	34
8.4.1	Passung des Deckels im Topf	34
8.4.2	Passung des Elastomerkissens im Topf.....	34
8.5	Oberflächenrauheit	34
8.6	Korrosionsschutz.....	34
8.7	Außendichtung.....	34
8.8	Schmierung.....	34
8.9	Scharfe Kanten.....	35
8.10	Kennzeichnung und Etikettierung	35
9	Transport, Lagerung und Einbau.....	35
10	Inspektion während des Betriebs	35
11	Instandhaltung	35
12	Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit	35
12.1	Allgemeines	35
12.2	Typprüfung	35
12.3	Werkseigene Produktionskontrolle.....	35
12.4	Bewertung der Leistung des Bauprodukts.....	35
	Anhang A (normativ) Kompatibilität von Schmierstoff und Elastomer	37
A.1	Prüfstücke	37
A.1.1	Prüfstücke aus Elastomer.....	37
A.1.2	Prüfstücke aus der Innendichtung.....	37
A.1.3	Konditionierung der Prüfstücke.....	37
A.2	Prüfbarkeit	38
A.3	Wechselwirkung des Schmierstoffs mit dem Elastomer oder anderen Komponenten des Topflagers	38
A.3.1	Wechselwirkung des Schmierstoffs mit dem Elastomer.....	38
A.3.2	Wechselwirkung des Schmierstoffs mit anderen Komponenten des Topflagers	38
A.4	Prüfverfahren und Details	38
A.4.1	Allgemeines	38
A.4.2	Änderungen der physikalischen Eigenschaften des Elastomers und des Werkstoffs der Innendichtung	38
A.4.3	Masseänderung	39
A.4.4	Änderung der Härte.....	39
A.4.5	Änderung der physikalischen Eigenschaften unter Spannung.....	40
A.5	Prüfbericht.....	40
	Anhang B (informativ) Bestimmung der Drucksteifigkeit.....	41
B.1	Bestimmung durch Prüfung	41
B.1.1	Allgemeines	41
B.1.2	Konditionierung.....	41
B.1.3	Prüfung.....	41
B.1.4	Auswertung der Prüfung	41
B.2	Bestimmung durch Berechnung	42
	Anhang C (normativ) Bestimmung des Rückstellmoments	43

C.1	Einleitung	43
C.2	Vorbereitung von Prüfkörpern	43
C.3	Prüfverfahren	43
C.4	Bewertung der Rückstellmomentfaktoren	44
C.5	Prüfbericht.....	46
Anhang D (normativ) Prüfeinrichtung		47
D.1	Druckprüfeinrichtung.....	47
D.2	Verdrehungsvorrichtung.....	47
D.3	Heizvorrichtung (Wärmeschränk).....	48
D.4	Messinstrumente	48
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EU) Nr. 305/2011		49
ZA.1	Anwendungsbereich und relevante Eigenschaften.....	49
ZA.2	Systeme zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP).....	52
ZA.3	Zuordnung der Aufgaben zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit	52
Literaturhinweise.....		57

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1337-5:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 167 „Lager im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1337-5:2005 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Verordnung 305/2011.

Zum Zusammenhang mit EU-Verordnung 305/2011 siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

prEN 1337, *Lager im Bauwesen* besteht aus den folgenden 8 Teilen:

- *Teil 1: Allgemeine Regelungen;*
- *Teil 2: Gleitteile;*
- *Teil 3: Elastomerlager;*
- *Teil 4: Rollenlager;*
- *Teil 5: Topflager;*
- *Teil 6: Kipplager;*
- *Teil 7: Kalotten- und Zylinderlager mit PTFE;*
- *Teil 8: Führungslager und Festhaltekonstruktionen.*

Die wesentlichen technischen Änderungen sind nachfolgend aufgeführt:

- Komplette technische und redaktionelle Revision des gesamten Dokuments; es ist nicht möglich, alle implementierten Änderungen dieser Version von EN 1337-5 aufzulisten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Regeln für die Bemessung, Prüfung und Herstellung von festen und gleitenden Topflagern fest.

Das Dokument gilt für Topflager:

- mit Elastomerkissen aus Naturgummi (NR) oder Chloropren Gummi (CR) mit einem Durchmesser von bis zu 1 500 mm;
- mit Topf und Deckel aus eisenhaltigen Werkstoffen;
- mit für verschiedene akkumulierte Gleitwege aufgrund von Verdrehungen zwischen dem Deckel und dem Topf von a) 500 m, b) 1 000 m oder c) 2 000 m geprüften Dichtungen;
- mit Dichtungen aus speziellem austenitischem Stahl, Messing, POM oder PTFE mit Kohlefüllung;
- die Betriebstemperaturen zwischen -25 °C und $+50\text{ °C}$ oder zwischen -40 °C und $+50\text{ °C}$ ausgesetzt sind;
- die für wiederholte Zeiträume von weniger als 8 h Temperaturen von bis zu $+70\text{ °C}$ ausgesetzt sind.

Dieses Dokument wird in Kombination mit prEN 1337-1:2018 und anderen relevanten Teilen der Normenreihe prEN 1337 verwendet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

prEN 1337-1:2018, *Lager im Bauwesen — Teil 1: Allgemeine Regelungen*

prEN 1337-2:2018, *Lager im Bauwesen — Teil 2: Gleitteile*

EN 1991-2, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken*

EN 1993-1-1:2005, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau*

EN 1993-2:2006, *Eurocode 3 — Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 2: Stahlbrücken*

EN 1993 (alle Teile), *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

EN 10025 (alle Teile), *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen*

EN 10083-3, *Vergütungsstähle — Teil 3: Technische Lieferbedingungen für legierte Stähle*

EN 10088-2:2014, *Nichtrostende Stähle — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung*

EN 10113-1, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen — Teil 1: Allgemeine Lieferbedingungen*

EN 10204:2004, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12167:2016, *Kupfer und Kupferlegierungen — Stangen zur allgemeinen Verwendung*

EN ISO 527-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 1: Allgemeine Grundsätze (ISO 527-1)*

EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen (ISO 527-2)*

EN ISO 1133 (alle Teile), *Kunststoffe — Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten (ISO 1133, alle Teile)*

EN ISO 1183 (alle Teile), *Kunststoffe — Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen (ISO 1183, alle Teile)*

EN ISO 2039-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Härte — Teil 1: Kugeleindruckversuch (ISO 2039-1)*

EN ISO 4287, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287)*

EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4288)*

EN ISO 7500-1:2015, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmess-einrichtung (ISO 7500-1:2015)*

ISO 37, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of tensile stress-strain properties*

ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 1083, *Spheroidal graphite cast irons — Classification*

ISO 1817, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of the effect of liquids*

ISO 3755, *Cast carbon steels for general engineering purposes*

ISO 6446, *Rubber products — Bridge bearings — Specification for rubber materials*

ISO 23529, *Rubber — General procedures for preparing and conditioning test pieces for physical test methods*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

akkumulierter Gleitweg

Gesamtweg der Relativbewegung zwischen der Innendichtung und der Topfwandung infolge variabler Verdrehungen

3.1.2

Elastomerkissen

runde Komponente, die die Verdrehungsfähigkeit ermöglicht

3.1.3

Außendichtung

Komponente oder Werkstoff, um Feuchtigkeit und Schmutz von dem Spalt zwischen Deckel und Topf fernzuhalten

3.1.4

Innendichtung

Komponente, die das Herauspressen des Elastomers durch den Spalt zwischen der Topfwandung und dem Deckel verhindert, wenn eine Druckbelastung auf das Elastomerkissen einwirkt

3.1.5

Schmierstoff

Mittel zur Reduzierung der Reibung zwischen dem Kissen und den metallischen Komponenten zur Verminderung des Abriebs und der Verdrehungssteifigkeit

3.1.6

Deckel

Komponente, die die Öffnung des Topfes schließt und auf dem Elastomerkissen anliegt

3.1.7

Topf

Komponente mit einer maschinell bearbeiteten Vertiefung zur Aufnahme des Elastomerkissens, einem Deckel und einer Innendichtung

3.1.8

Topflager

Lager im Bauwesen, bestehend aus einem Elastomerkissen (zur Aufnahme von Verdrehungen), das in einer Vertiefung mit einem eng eingepassten Deckel und einer Innendichtung gekammert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Ausrichtung des Lagers ist nicht beschränkt.

3.1.9

Rückstellmoment

durch die Verdrehungsverformung des Elastomerkissens erzeugtes Moment

3.1.10

Topfgleitlager

Topflager in Kombination mit einem Gleitteil zur Aufnahme von Horizontalverschiebungen

3.1.11

Gleitweg

Bewegungen der Innendichtung relativ zur Topfwandung

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Formelzeichen:

Große lateinische Buchstaben

A	Querschnittsfläche	mm^2
d_{int}	Innendurchmesser des Topfs	mm
d_{ext}	Außendurchmesser des Topfrings	mm
E	Elastizitätsmodul	
k_0	Faktor für die Rückstellmomentformel bei Nullverdrehung	
k_1	Faktor für die Rückstellmomentformel bei geschmiertem Kissen	
k_2	Faktor für die Rückstellmomentformel bei ungeschmiertem Kissen	
R_w	Widerstand der Schweißnaht	N/mm^1
V_{xy}	resultierende angewendete horizontale Last	N
h	Tiefe der zylindrischen Vertiefung	mm
$M_{\text{rt;exp}}$	Rückstellmoment des geprüften Kissens und der Innendichtung	Nmm
M_{rt}	Rückstellmoment des Kissens und der Innendichtung	Nmm
M_{fric}	zusätzliches Moment infolge der Reibung zwischen dem Deckel und dem Topf	Nmm
$M_{\text{tot;r}}$	gesamtes Widerstandsmoment infolge der Verdrehung	Nmm
N	Axialkraft	N
r	Radius der Kontaktfläche	mm
t_{base}	Dicke des Topfbodens	mm
V	gesamte Quer- oder Scherkraft	N
V^1_{tot}	Gesamtquer- oder Scherkraft pro Längeneinheit	N
V_{el}	Schubkraft infolge Elastomerdruck	N
T	Temperatur	

Lateinische Kleinbuchstaben

a	zusätzlicher Verdrehungsabstand	
b	Höhe des Deckelbunds	mm
b_{cal}	berechnete Deckel/Topf-Kontaktbreite	mm
c	Faktor für die Angabe des Gleitwegs	
d_{el}	Durchmesser des Elastomerkissens	mm
d_{int}	Innendurchmesser des Topfs	mm
d_{ext}	Außendurchmesser des Topfrings	mm
f_u	Grenzfestigkeit des Werkstoffs	N/mm^2
f_y	Fließfestigkeit des Werkstoffs	N/mm^2

$f_{el;d}$	Bemessungskontaktfestigkeit des Elastomers	N/mm ²
$s_{A,d}$	akkumulierter Gleitweg	
t_{el}	Nenndicke des Elastomerkissens	mm
w	Vertikale Durchbiegung	mm

Griechische Buchstaben

γ_m	Werkstoffbezogener Teilsicherheitsbeiwert	
α	Verdrehungswinkel in rad	
α_g	resultierender Verdrehungswinkel infolge ständiger Einwirkungen	radial
α_Q	resultierender Verdrehungswinkel infolge von Verkehrslasten	radial
α_{rt}	Verdrehungswinkel im Rückstellmomentversuch	radial

Indizes

bot	unterer, Boden	
d	Bemessung, Bemessungswert	
k	Charakteristik	
R	Widerstand	
fric	aus Reibung resultierend	
rt	Rückstellung	
Oben	obere	
tot	gesamt	
E	Innere Kräfte und Momente infolge von Einwirkungen	N, Nmm
u	Grenzzustand der Tragfähigkeit	
w	Verschweißen	
el	Elastomer	

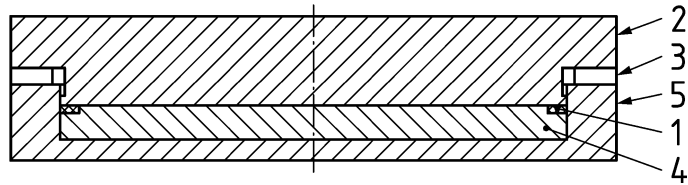
3.3 Abkürzungen

PTFE	Polytetrafluorethylen
POM	Polyoxymethylen (Acetal)

4 Arten von Topflagern

4.1 Allgemeines

Bild 1 zeigt die Komponenten eines Topflagers.



Legende

- 1 Innendichtung
- 2 Deckel
- 3 Außendichtung (in diesem Bereich)
- 4 Elastomerkissen
- 5 Topf

Bild 1 — Komponenten eines Topflagers

Der Topf kann unterschiedlich geformt sein, wie in Bild 2 gezeigt. Verschiedene Arten von Innendichtungen können verwendet werden. Der Deckel kann in dem Kontaktbereich zur Topfwand auf zwei Arten geformt sein. Das Lager kann auch in umgekehrter Position verwendet werden.

Topflager können mit Gleitteilen nach prEN 1337-2:2018 kombiniert werden.

4.2 Arten von Topfkonstruktionen

Für Töpfe bestehen vier Konstruktionsarten (siehe Bild 2):

- Typ a): aus einer einteiligen Platte hergestellt,
- Typ b): hergestellt aus einem Ring mit einer innen eingeschweißten Bodenplatte,
- Typ c): hergestellt aus einem auf eine Bodenplatte aufgeschweißten Ring,
- Typ d): hergestellt aus einem mit einer Bodenplatte mit Aussparungen und Schrauben verbundenen Ring.

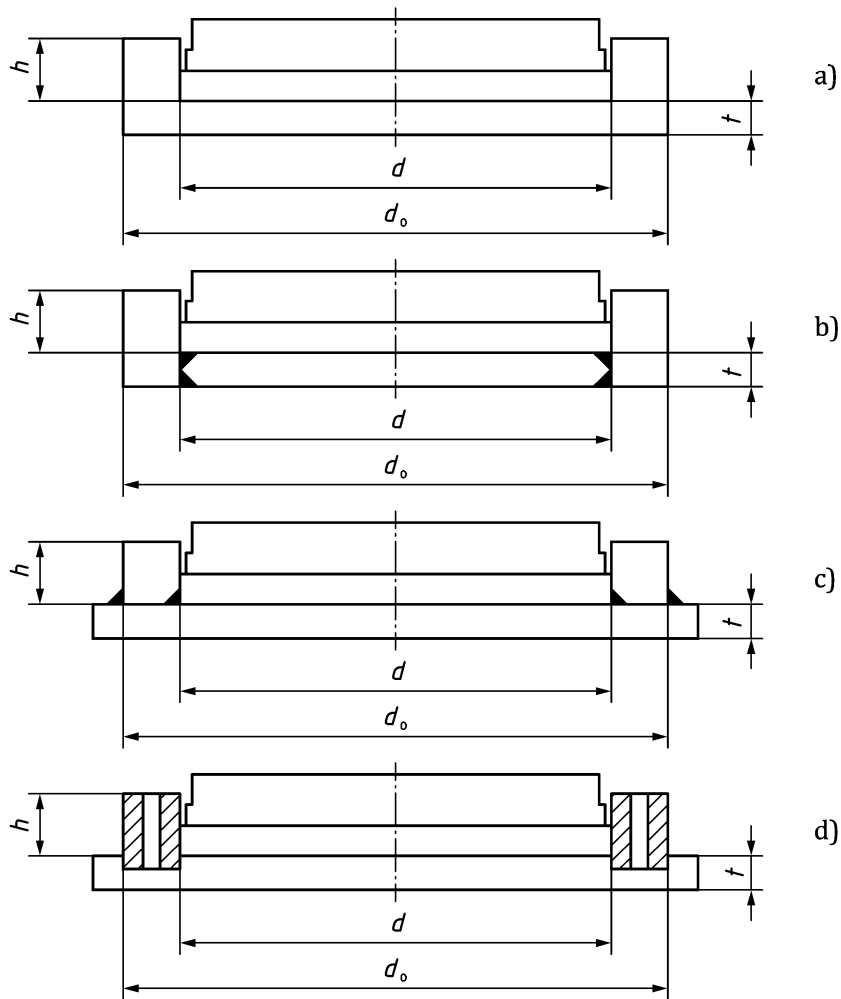


Bild 2 — Verschiedene Topfausführungen

4.3 Arten von Innendichtungen

4.3.1 Allgemeines

Die Innendichtungen werden im Hinblick auf den akkumulierten Standardgleitweg wie folgt klassifiziert:

- Dichtungen mit einem akkumulierten Gleitweg „a“, 500 m (siehe 4.3.2);
- Dichtungen mit einem akkumulierten Gleitweg „b“, 1 000 m (siehe 4.3.3);
- Dichtungen mit einem akkumulierten Gleitweg „c“, 2 000 m (siehe 4.3.4).

4.3.2 Dichtungsart „a“

Die Edelstahldichtung ist klassifiziert für eine akkumulierte Gleitbewegung von $S_R = c \times 500$ m in dem Bauwerk.

Der Dichtungsring muss aus einem Band aus Edelstahl mit gleichschenkligen oder nichtgleichschenkligen Winkelquerschnitt hergestellt sein, das zwischen dem Elastomerkissen und der Topfwandung eingesetzt ist. Die obere Oberfläche muss mit Nuten versehen sein, siehe Bild 3.

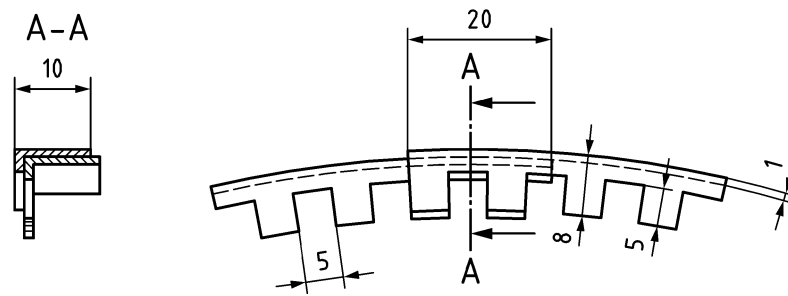


Bild 3 — Übliche genutete Edelstahldichtung

Der Dichtungsring muss aus einem Band aus Edelstahl mit gleichschenkligen oder nichtgleichschenkligen Winkelquerschnitt hergestellt sein, das zwischen dem Elastomerkissen und der Topfwandung eingesetzt ist.

Die Schenkellänge und die Dicke des Querschnitts müssen den nachstehenden Angaben entsprechen.

a) mit Nuten:

mit einem Durchmesser $d_{el} \leq 700$ mm — Schenkellänge 5 mm bis 10 mm, Dicke mindestens 1 mm; bei einem Durchmesser $d_{el} > 700$ mm Schenkellänge 15 mm bis 17 mm, Dicke mindestens 1,5 mm; die minimale Überlappung der Ringenden muss 20 mm betragen; bei einer Dicke > 1 mm muss die Dicke der Enden in der Überlappungsposition reduziert werden.

b) ohne Nute:

Mindestschenkellänge: 3 mm;

Mindestdicke: 1 mm;

Mindestüberlappungslänge: 5 mm;

Ist die Dicke > 1 mm, so ist die Dicke der Enden im Überlappungsbereich zu reduzieren.

4.3.3 Dichtungsart „b“

Die Messingdichtung ist klassifiziert für eine akkumulierte Gleitbewegung von $S_R = c \times 1\,000$ m in dem Bauwerk.

Innendichtungen aus Messing sind in eine geformte Kante in der oberen Oberfläche des Elastomerkissens einzusetzen und müssen aus einer Anzahl von geschlitzten Ringen bestehen, die nach dem Innendurchmesser des Topfs geformt sind. Nach dem Einpassen in den Topf darf die größte Breite des Spalts zwischen den Enden eines Ringes 0,5 mm nicht überschreiten. Die Spalte zwischen den Ringenden müssen gleichmäßig über den Topfumfang verteilt sein. Sofern möglich, sollte eine Anordnung des Spalts am Punkt des größten Gleitwegs an der Topfwand vermieden werden.

Um das Formen zu erleichtern, dürfen Ringe mit einem Mindestquerschnitt von 10 mm $\times$ 2 mm 7 mm tiefe und 0,5 mm breite Schlitzte haben, die gleichmäßig in Abständen von 5 mm über den Innenrand eines jeden Rings verteilt sind. Ringe mit einem kleineren Querschnitt dürfen keine Schlitzte haben.

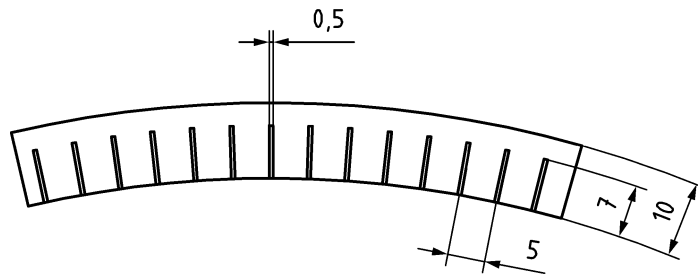


Bild 4 — Übliche Messingdichtung

Die Innendichtung aus Messing (siehe Bild 4) ist in eine geformte Aussparung in der Oberseite des Elastomerkissens einzusetzen und muss aus einer Anzahl von geschlitzten Ringen bestehen, die nach dem Innendurchmesser des Topfs geformt sind. Nach dem Einpassen in den Topf darf die größte Breite des Spaltes zwischen den Enden eines Ringes 0,5 mm nicht überschreiten. Sofern möglich, sollte eine Anordnung des Spaltes am Punkt des größten Gleitwegs an der Topfwand vermieden werden.

Um das Formen zu erleichtern, dürfen Ringe mit einem Mindestquerschnitt von 10 mm × 2 mm 7 mm tiefe und 0,5 mm breite Schlitz haben, die gleichmäßig in Abständen von 5 mm über den Innenrand eines jeden Rings verteilt sind. Ringe mit einem kleineren Querschnitt dürfen keine Schlitz haben.

Tabelle 1 gibt die zulässigen Konfigurationen für massive Messingringdichtungen an.

Tabelle 1 — Zulässige Ausführungen des Dichtungsringes aus Messing

Durchmesser d_{el} mm	Kleinsten Querschnitt mm	Schlitz	Anzahl der Ringe
$d_{el} \leq 330$	$6 \times 1,5$	Unzulässig	2
$330 < d_{el} < 715$	$10 \times 1,5$	Unzulässig	2
$715 \leq d_{el} \leq 1\,500$	$10 \times 1,5$	Unzulässig	3
$d_{el} \leq 1\,500$	10×2	7 mm × 0,5 mm Abstand: 5 mm	3

4.3.4 Dichtungsart „c“

4.3.4.1 POM-Dichtung

Maße in Millimeter

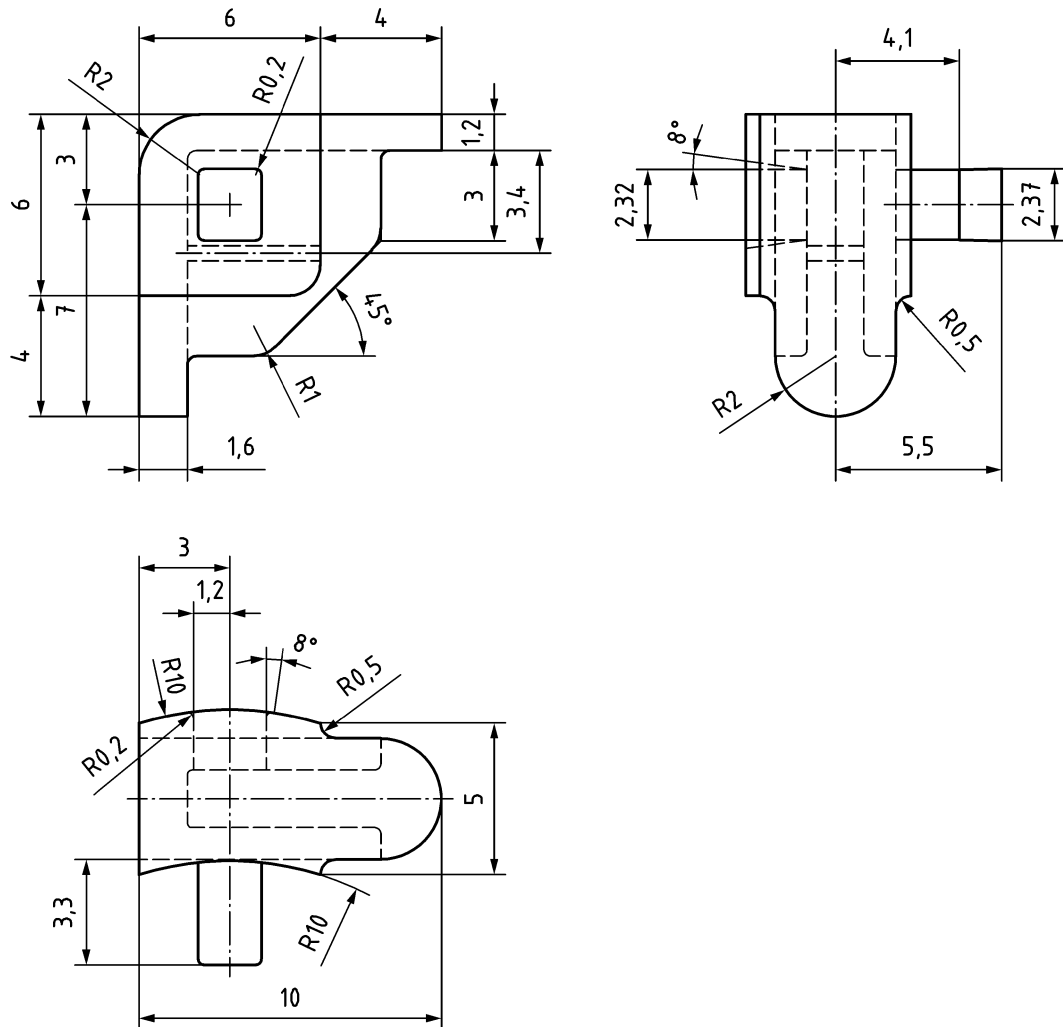


Bild 5 — Übliches kleines POM-Dichtungselement (a)

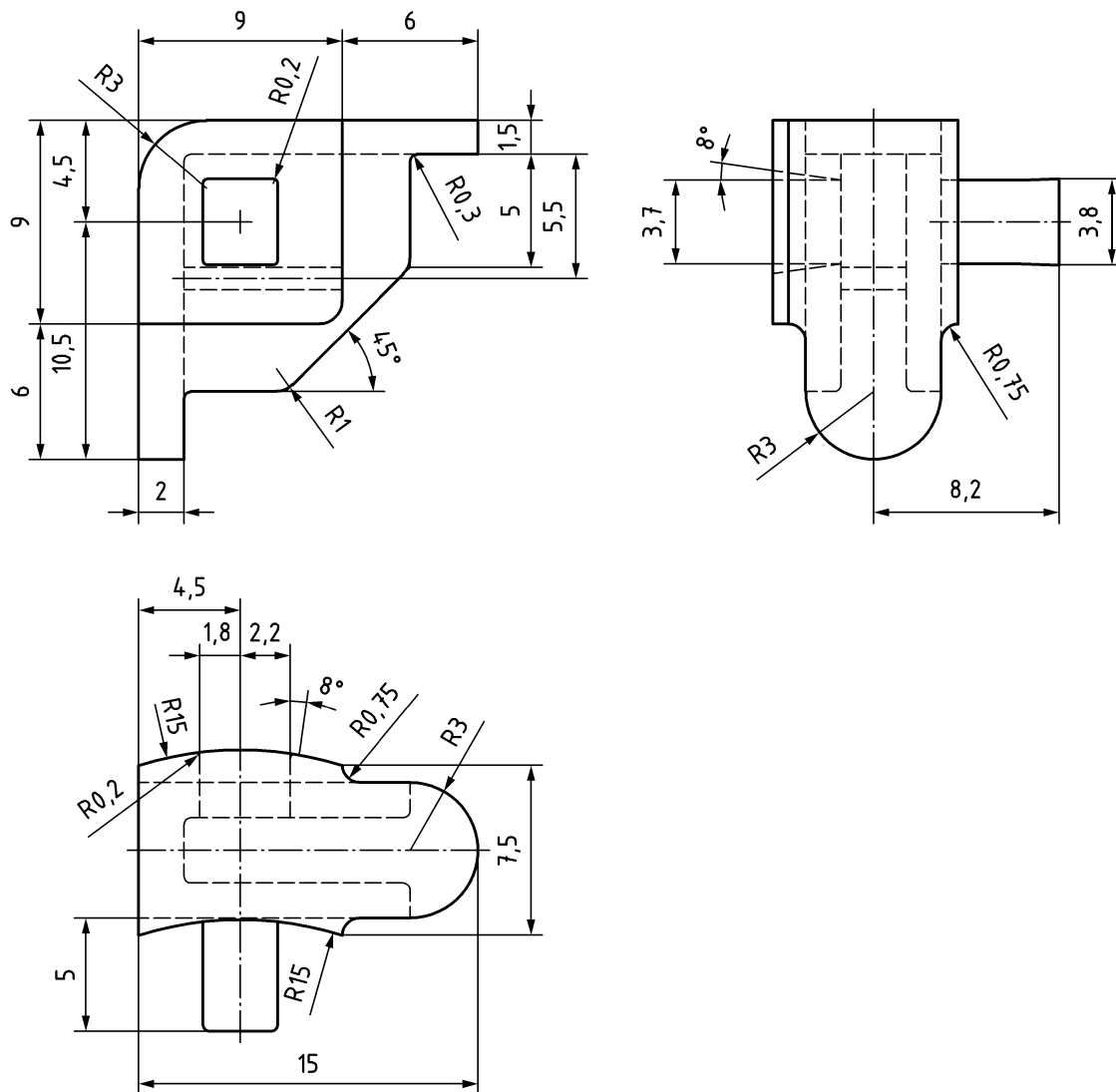


Bild 6 — Übliches großes POM-Dichtungselement (b)

Die POM-Dichtung ist klassifiziert für eine akkumulierte Gleitbewegung von $S_R = c \times 2\,000\text{ m}$ in dem Bauwerk.

Die POM-Dichtung muss aus einzelnen ineinander greifenden Elementen in Form einer Kette bestehen, die sich der Verformung leicht anpassen.

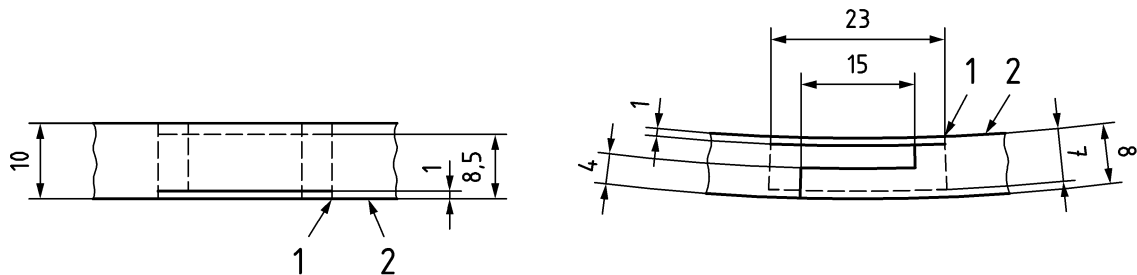
Für die Gesamtbreite und -höhe der einzelnen Elemente gilt:

- a) Elastomerdurchmesser $d \leq 550\text{ mm}$: $10\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$;
- b) Elastomerdurchmesser $d > 550\text{ mm}$: $15\text{ mm} \pm 1,0\text{ mm}$.

Die POM-Dichtungskette muss als integraler Bestandteil des Elastomerkissens während des Vulkanisierungsprozesses geformt werden, um die korrekte Funktion zu gewährleisten, siehe Bild 5 und 6.

4.3.4.2 Kohlegefüllte PTFE-Dichtung

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Messingwinkelstück
- 2 Dichtungsring

Bild 7 — Übliche Dichtung aus kohlegefülltem PTFE

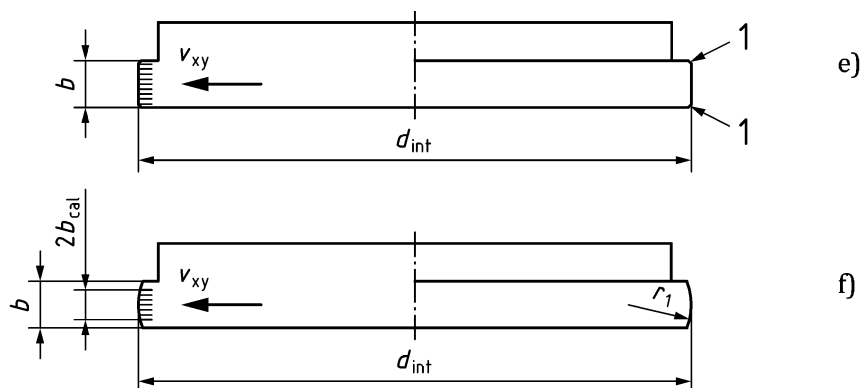
Die Dichtung aus kohlegefülltem PTFE ist klassifiziert für eine akkumulierte Gleitbewegung von $S_R = c \times 2\,000$ m in dem Bauwerk.

Innendichtungen aus kohlegefülltem PTFE sind in eine geformte Kante in der oberen Oberfläche des Elastomerkissens einzusetzen und müssen aus einem einzelnen geschlitzten Ring bestehen, der nach dem Innendurchmesser des Topfs geformt ist, siehe Bild 7.

4.4 Arten von Kontaktflächen zwischen Deckel und Topf

Es bestehen zwei Arten von Kontaktflächen zwischen Deckel und Topf (siehe Bild 8):

- Typ e): zylindrisch;
- Typ f): ringförmig.



Legende

- 1 Abgerundete Kanten

Bild 8 — Arten von Deckelkontaktflächen

5 Werkstoffeigenschaften

5.1 Stahlwerkstoffe

Topf und Deckel müssen aus eisenhaltigen Materialien nach EN 10025 (alle Teile), EN 10083-3, EN 10113-1, EN 10088-2, ISO 3755 oder ISO 1083 hergestellt sein.

Die Festlegung des ausgewählten Werkstoffs muss den Anforderungen an die Festigkeit, die Dauerhaftigkeit und die Schweißbarkeit, sofern zutreffend, für die festgelegte Betriebstemperatur entsprechen.

5.2 Elastomere Werkstoffe

Der Werkstoff für das Elastomerkissen muss Naturgummi oder Chloropren gummi nach ISO 6446 sein.

5.3 Dichtungswerkstoffe

5.3.1 Dichtungsart „a“

Der für die Dichtung verwendete Werkstoff muss Edelstahl nach EN 10088-2:2014, 1.4401 oder 1.4311 sein.

5.3.2 Dichtungsart „b“

Der für die Messingdichtung verwendete Werkstoff muss Messing der Sorte CuZn37 oder CuZn39Pb3 nach EN 12167:2016 sein. Er muss dieselbe metallurgische Zusammensetzung wie in den Typprüfungen haben.

5.3.3 Dichtungsart „c“

5.3.3.1 POM-Dichtung

Der für eingeformte Dichtungen verwendete Werkstoff muss Polyoxymethylen (POM) sein und die in Tabelle 2 angegebenen Eigenschaften besitzen.

Tabelle 2 — Physikalische und mechanische Eigenschaften von POM

Eigenschaft	nach	Anforderungen
Dichte	Normenreihe EN ISO 1183	$1\,410\text{ kg/m}^3 \pm 20\text{ kg/m}^3$
Schmelzindex MFI 190/2, 16	EN ISO 1133 (alle Teile)	$10\text{ g/min} \pm 2,0\text{ g/min}$
Zugfestigkeit	EN ISO 527-2	$\geq 62\text{ N/mm}^2$
Reißdehnung	EN ISO 527-2	$\geq 30\%$

5.3.3.2 Kohlegefüllte PTFE-Dichtung

Der Werkstoff muss aus PTFE +25 % Kohle bestehen.

Die Werkstoffeigenschaften müssen den Anforderungen nach Tabelle 3 unten entsprechen.

Tabelle 3 — Mechanische und physikalische Eigenschaften von Dichtungen aus kohlegefülltem PTFE

Eigenschaften	nach	Anforderungen
Dichte	Normenreihe EN ISO 1183	2 100 kg/m ³ bis 2 150 kg/m ³
Zugfestigkeit	EN ISO 527-2	≥ 17 N/mm
Reißdehnung	EN ISO 527-1	≥ 80 %
Kugeldruckhärte	EN ISO 2039-1	≥ 40 N/mm

Die Werkstoffeigenschaften sind bei 23 °C und 50 % Luftfeuchte an Proben, die aus fertigen Rohren entnommen wurden, nachzuweisen.

Die Grenzzugfestigkeit und Grenzbeanspruchung sind mit einer Geschwindigkeit $C = 50 \text{ mm/min}$ an Prüfproben mit einer PTFE-Dicke von $2 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ nach EN ISO 527-2 zu bestimmen.

Die Kugeldruckhärte ist an Proben mit einer Minstdicke von 4,5 mm zu bestimmen.

5.4 Schmierstoff

Der Schmierstoff darf den Elastomerwerkstoff des Elastomerkissens oder andere Komponenten, mit denen es in Kontakt gerät, nicht beschädigen.

Der Schmierstoff darf kein Schwellen oder Schwinden des Elastomers verursachen, das zu einer relativen Gewichtsveränderung von $\geq 8 \%$ führt. Die Veränderung der bestimmten Reißzugfestigkeit, Bruchdehnung und Beanspruchung bei einer Dehnung von 100 % konditionierter und nicht konditionierter Prüfstücke darf $\pm 20 \%$ nicht überschreiten. Die Veränderung der bestimmten Werte für die Härte konditionierter und nicht konditionierter Prüfstücke darf nicht mehr als $\pm 5 \text{ IRHD}$ betragen.

6 Bemessung

6.1 Allgemeines

prEN 1337-1:2018 gilt.

Die Bemessungsregeln basieren auf der Annahme, dass der Elastomerwerkstoff des Elastomerkissens als die vertikalen Lasten tragende Flüssigkeit dient. Verdrehungen erzeugen Rückstellmomente, da der Elastomerwerkstoff nicht vollständig als Flüssigkeit agiert.

Bei festen oder innen geführten Topfgleitlagern werden die horizontalen Lasten über die Kontaktfläche zwischen Deckel und Topf übertragen. Bei außen geführten Topfgleitlagern werden die horizontalen Lasten direkt von der Führung auf den Topf übertragen.

Der ausgewählte Werkstoff muss in Übereinstimmung mit den in den relevanten Teilen der Normenreihe EN 1993 wie etwa EN 1993-1-10 festgelegten Grundsätzen verifiziert werden.

6.2 Innendichtungssystem

Ein Innendichtungssystem nach 5.3 ist zu verwenden.

6.3 Verhalten unter vertikaler Last

6.3.1 Kontaktdruck – Elastomerkissen

Es wird davon ausgegangen, dass im Elastomerkissen unter Druck hydrostatische Spannungszustände herrschen. Der Kontaktdruck des Elastomerkissens wirkt daher in alle Richtungen. Dies beeinflusst alle angrenzenden Komponenten.

Die durch Gleichung (1) gegebene Bedingung muss für die Grundkombination der Einwirkungen erfüllt werden.

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad (1)$$

Mit N_{Rd} nach Gleichung (2).

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_m} \quad (2)$$

Dabei ist

N_{Rd} der Bemessungswert des Druckwiderstands des Elastomerkissens;

N_{Rk} der charakteristische Wert des Druckwiderstands des Elastomerkissens;

γ_m der Teilbeiwert des Werkstoffs.

Der Mindestwert von $\gamma_m = 1,30$.

Der charakteristische Wert des Widerstands N_{Rk} ist anhand der Gleichung (3) zu bestimmen:

$$N_{Rk} = \frac{\pi}{4} \times d_{el}^2 \times f_{e,k} \quad (3)$$

Dabei ist

d_{el} der Durchmesser des Elastomerkissens in mm;

$f_{e,k} = 60 \text{ N/mm}^2$.

ANMERKUNG $f_{e,k}$ ist der Druck in dem Elastomer in Topflagern, der für den charakteristischen Widerstand N_{Rk} zu berücksichtigen und durch die Wirksamkeit der Dichtung gegen das Austreten des Elastomers zwischen dem Deckel und der Topfwand begrenzt ist.

6.3.2 Durchbiegung

Falls die Federsteifigkeit des Lagers für die Bemessung des Tragwerks relevant ist, ist sie durch Prüfung zu bestimmen (siehe Anhang B).

6.4 Verhalten unter horizontalen Lasten

6.4.1 Allgemeines

Der Teilwerkstoffbeiwert γ_{M0} ist in EN 1993-2:2006, 6.1 festgelegt.

6.4.2 Deckel/Topf-Kontaktdruck

6.4.2.1 Allgemeines

Der mechanische Widerstand der Kontaktfläche muss nach 6.4.2.2 oder 6.4.2.3 für die Grundkombination der Einwirkungen geprüft werden.

6.4.2.2 Zylindrische Kontaktfläche

Die Kontaktfläche des Deckels kann als zylindrische Kontaktfläche nach 4.4 ausgelegt werden, vorausgesetzt, dass die Breite der Kontaktfläche des Deckels b weniger als 15 mm beträgt (siehe Bild 8).

Die zylindrische Kontaktfläche muss für den schwächsten Kontaktwerkstoff nach Gleichung (4) geprüft werden.

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (4)$$

Dabei ist

V_{Ed} der Bemessungswert der Querkraft.

V_{Rd} der Bemessungswert des Widerstands der Oberflächen in Kontakt nach Gleichung (5).

$$V_{Rd} = \frac{f_y \times d_{int} \times b}{1,5 \times \gamma_{m9}} \quad (5)$$

Dabei ist

d_{int} der Innendurchmesser des Topfs (mm);

f_y die Fließfestigkeit des Werkstoffs (N/mm²);

b die Breite der Deckelfläche (mm).

Der empfohlene Wert für $\gamma_{m9} = 1,2$. Dieser Wert umfasst die Kombination aus Kontaktdruck, Scherspannung und gleichzeitigen Bewegungen.

ANMERKUNG Es wird davon ausgegangen, dass der Druck zwischen Deckel und Topfwandung infolge externer horizontaler Einwirkungen parabolisch über die Hälfte des Umfangs verteilt ist und dass der Höchstwert das 1,5-fache des Mittelwerts beträgt.

Die Kombination der in Kontakt befindlichen Materialien ist so zu wählen, dass Kaltschweißen verhindert wird.

6.4.2.3 Ringförmige Kontaktfläche

Die ringförmige Kontaktfläche muss einen Durchmesser r (siehe Bild 8) von mindestens $0,5 \times d_{int}$ oder 100 mm haben, je nachdem, welcher Wert größer ist.

Die ringförmige Kontaktfläche muss für den schwächsten Kontaktwerkstoff geprüft werden, sodass:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (6)$$

Dabei ist

V_{Ed} der Bemessungswert der Querkraft;

V_{Rd} der Bemessungswert des Widerstands der Oberflächen in Kontakt nach Gleichung (7).

$$V_{Rd} = 15,4 \frac{d_{int} \cdot r_1 \left(\frac{f_u}{\gamma_{m9}} \right)^2}{E} \quad (7)$$

Dabei ist

r_1 der Radius der Kontaktfläche (mm); siehe auch Bild 3;

f_u die Grenzfestigkeit des Werkstoffs (N/mm²);

E der Elastizitätsmodul (N/mm²);

d_{int} der Innendurchmesser des Topfs (mm).

Der empfohlene Wert für $\gamma_{m9} = 1,2$. Dieser Wert umfasst die Kombination aus Kontaktdruck, Scherspannung und gleichzeitigen Bewegungen.

Der anhand der Gleichung (7) bestimmte Wert für V_{Rd} darf nicht höher sein als der anhand der Gleichung (5) bestimmte Wert für V_{Rd} .

ANMERKUNG 1 Die Eignung gekrümmter Oberflächen und Platten, der Verformung unter Belastung zu widerstehen, hängt von der Härte des Werkstoffs ab, aus dem sie hergestellt sind. Bei Stahl besteht keine konstante Beziehung zwischen Härte und Streckgrenze, wohl aber zwischen Härte und Festigkeit. Folglich basieren die oben angegebenen Ansätze auf der Festigkeit des Werkstoffs.

ANMERKUNG 2 Gleichung (7) ist eine Vereinfachung der Hertzschen Kontaktdruckverteilung auf der Topfwand. Es wird davon ausgegangen, dass der Druck zwischen Deckel und Topfwandung infolge externer horizontaler Einwirkungen parabolisch über die Hälfte des Umfangs verteilt ist und dass der Höchstwert das 1,5-fache des Mittelwerts beträgt.

Die Oberflächenrauheit R_z der Kontaktflächen in Drehelementen muss maschinell auf einen Wert $R_z \leq 6,3 \mu\text{m}$ in Übereinstimmung mit EN ISO 4287 bearbeitet werden. Die Oberflächenrauheit ist in Übereinstimmung mit EN ISO 4288 zu messen.

Die Kombination der in Kontakt befindlichen Materialien ist so zu wählen, dass Kaltschweißen verhindert wird.

6.4.2.4 Ausdehnung der Topfwand

Die Topfwand muss mindestens eine Ausdehnung h von der Mittellinie des Deckels zu dem Kontaktbereich des Topfs zu dem Deckel in horizontaler Position nach Gleichung (8) haben.

$$h \geq b + \alpha_{xy;d} x |r_0 - r_1| \sin \alpha \quad (8)$$

Dabei ist

r_0 gleich $0,5 \times d_{int}$;

α die maximale Verdrehung für die Grundkombination bei ULS;

b zu bestimmen mit:

Zylindrische Oberflächen: $b = 0,5 h_{\text{Stufenvorderkante}}$ mit $h_{\text{Stufenvorderkante}} \leq 15 \text{ mm}$.

Die halbe Breite des Lastübertragungsbereichs ringförmiger Oberflächen wird anhand der Gleichung (9) berechnet.

$$b = 5,97 \frac{r_1 \cdot \left(\frac{f_u}{\gamma_{M0}} \right)}{E} \quad (9)$$

Dabei ist

b die halbe Breite des Lastübertragungsbereichs;

r_1 der Krümmungsradius (siehe Bild 8).

Für die Prüfergebnisse kleinerer Einheiten ($u_c < 1,0$) für die horizontale Last kann $4b$ in Gleichung (10) anteilig reduziert werden.

6.4.2.5 Höhe der Stufenvorderkante des Deckels

Für Stufenvorderkanten mit zylindrischen Seiten $h_{\text{Stufenvorderkante}} < 15 \text{ mm}$

Für ringförmige Stufenvorderkanten $h_{\text{Stufenvorderkante}} \geq 2 h$ (10)

6.4.3 Topfprüfung

6.4.3.1 Allgemeines

Der Topf muss für die Aufnahme des seitlichen Elastomerdrucks (siehe 6.3.1) und der Kräfte durch angewendete horizontale Einwirkungen (siehe 6.4.2.2 und 6.4.2.3) ausgelegt sein.

Anstelle einer genauen Berechnung (z. B. durch die Finite-Elemente-Methode) darf der Nachweis für nach Bild 2a) bis 2c) bemessene Töpfe durch Anwendung der nachstehenden vereinfachten Gleichungen (11) bis (28) und (40) bis (45) erfolgen. Die anhand der vereinfachten Gleichungen bestimmten Bemessungsbeanspruchungen in dem Topf dürfen den Bemessungswert der Streckfestigkeit in jedem Abschnitt durch die Grundkombination der Einwirkungen nicht überschreiten. Für dieses Verfahren muss die Mindestdicke des Topfbodens wie folgt bestimmt werden:

- Wenn $d_{\text{ext}} \leq 300 \text{ mm}$ dann $t_{\text{base}} = 12 \text{ mm}$.
- Wenn $300 \text{ mm} \leq d_{\text{ext}} \leq 500 \text{ mm}$ dann $t_{\text{base}} = 0,04 d_{\text{ext}}$.
- Wenn $500 \text{ mm} \leq d_{\text{ext}}$ dann $t_{\text{base}} = 20 \text{ mm}$.

Die Verifizierung anhand des vereinfachten Verfahrens umfasst die folgenden Schritte:

- a) Verifizierung des Rings (Topfwand);
- b) Verifizierung des Topfbodens;
- c) Verifizierung der Verbindung zwischen Topfwand und Topfboden.

ANMERKUNG Die Bemessung der Verbindung zwischen der Topfwand und dem Topfboden kann die Abmessungen des Rings beeinflussen.

6.4.3.2 Topfwände, die Zugkraft ausgesetzt sind

Die Topfwand muss verifiziert werden.

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (11)$$

Dabei ist

$$V_{Ed} = V_{el,Ed} + V_{xy,Ed} \quad (12)$$

$$V_{el,Ed} = \frac{4 \times N_{Ed} \times t_{el}}{\pi \times d_{int}} \quad (13)$$

$$V_{xy,Ed} = \sqrt{V_{x,Ed}^2 + V_{y,Ed}^2} \quad (14)$$

$$V_{Rd} = \frac{f_y \times A}{\gamma_{M0}} \quad (15)$$

Dabei ist

$$A = (d_{ext} - d_{int}) \times h \quad (16)$$

Dabei ist

h in Bild 10 angegeben.

6.4.3.3 Minimaler wirksamer Widerstand für horizontale Lasten

Die Topfwand muss so verifiziert werden, dass:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (17)$$

Dabei ist

$$V_{Ed} = V_{xy,Ed} \quad (18)$$

$$V_{xy,Ed} = \sqrt{V_{x,Ed}^2 + V_{y,Ed}^2} \quad (19)$$

$$V_{Rd} = \frac{f_y \times A_{eff}}{\gamma_{M0}} \quad (20)$$

$$A_{eff} = (d_{ext} - d_{int}) \times h_{eff} \quad (21)$$

Dabei ist

h_{eff} gleich $0,5 \times (d_{ext} - d_{int})$, die Höhe ist durch den Abstand zu dem Kontaktpunkt begrenzt.

Größere Werte für h_{eff} sind auf der Grundlage einer ausführlichen Spannungsanalyse wie etwa FEM anwendbar.

6.4.3.4 Topfwände, die Scherkraft ausgesetzt sind

Die Topfwand muss verifiziert werden.

$$V'_{Ed} \leq V'_{Rd} \quad (22)$$

Dabei ist

$$V'_{Ed} = \frac{V_{el,Ed} + 1,5 \times V_{xy,Ed}}{d_{int}} \quad (23)$$

$$V'_{Rd} = \frac{f_y \times (d_{ext} - d_{int})}{2 \times \gamma_{m0} \times \sqrt{3}} \quad (24)$$

6.4.3.5 Topfwände, die Zugkraft ausgesetzt sind

Der Topfboden muss verifiziert werden.

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (25)$$

Dabei ist

$$V_{Ed} = V_{el,Ed} + V_{xy,Ed} \quad (26)$$

$$V_{Rd} = \frac{f_y \times A_p}{\gamma_{M0}} \quad (27)$$

Dabei ist

$$A_p = d_{ext} \times t_{base} \quad (28)$$

6.4.3.6 Übergang zwischen Topfwand und Topfboden

Der Übergang zwischen Topfwand und Topfboden muss in Bezug auf gleichzeitig auftretende Normalkräfte, Scherkräfte und Biegung pro mm verifiziert werden.

$$F'_{z,d} \leq N'_{Rd}$$

$$V'_{Ed} \leq V'_{Rd}$$

$$M'_{Ed} \leq M'_{Rd}$$

Der Widerstand muss für das jeweilige Übergangsdetail anhand der Gleichungen (29) und (30) nachgewiesen werden.

$$V_{el,d} = \frac{4 \cdot N_{zd} \cdot t_{el}}{\pi \cdot d_{int}} \quad (29)$$

$$V'_{el,d} = \frac{V_{el,d}}{d_{int}} = \frac{4N_{z,d} \cdot t_{el}}{\pi \cdot d_{int}^2} \quad (30)$$

Dabei ist

$V_{el,d}$ die resultierende Bemessungskraft durch den von dem Elastomer ausgeübten hydrostatischen Druck;

$V'_{el,d}$ die resultierende Bemessungskraft pro mm durch den von dem Elastomer ausgeübten hydrostatischen Druck;

$V'_{el,d}$ wirkt mit einer Stärke von $0,5t_{el}$ im Hinblick auf die Oberseite des Topfbodens (Flüssigkeit, sodass keine Lastkonzentrationswirkung auftritt).

$$V'_{xy,d} = 1,5 \cdot \frac{V_{xy,d}}{d_{int}} \quad (31)$$

$V'_{xy,d}$ (siehe Gleichung (31)) umfasst die Lastkonzentrationswirkung von 1,5 (parabelförmige Verteilung entlang des Umfangs der Kontaktlinie zwischen Deckel und Topf) und wirkt mit $t_{el} + 0,5h$ in Bezug auf die obere Oberfläche des Topfbodens. (h ist die Höhe der Stufenvorderkante bei flachen oder ringförmigen Oberflächen)

Die kombinierte lokale Bemessungsscherung an dem Querschnitt CS1 wird anhand der Gleichung (32) berechnet.

$$V'_{Ed} = V'_{el,d} + V'_{xy,d} \quad (32)$$

Die Reibung zwischen dem Deckel und der Topfwand erzeugt eine Normalkraft am Querschnitt CS1, deren Aufwärtsrichtung die ungünstigste Lastsituation darstellt. Die Bemessungszugkraft wird anhand der Gleichung (33) berechnet.

$$F'_{z,d} = V'_{xy,d} \cdot \mu_s \quad (33)$$

Der Bemessungswert des lokalen Biege-/Kippmoments im horizontalen Querschnitt CS1 (siehe Bild 9) wird anhand der Gleichung (34) berechnet.

$$M'_{EdCS1} = V'_{el,d} \cdot 0,5t_{el} + V'_{xy,d} \cdot (0,5h + t_{el}) + F'_{z,d} \cdot 0,25 \cdot (d_{ext} - d_{int}) \quad (34)$$

Dabei ist:

t_{el} die Dicke des Elastomerkissens;

t_{base} die Dicke des Topfbodens;

$0,5h$ der Abstand zwischen der Mittellinie der Kontaktfläche zwischen Deckel und Topfwand und dem Elastomerkissen;

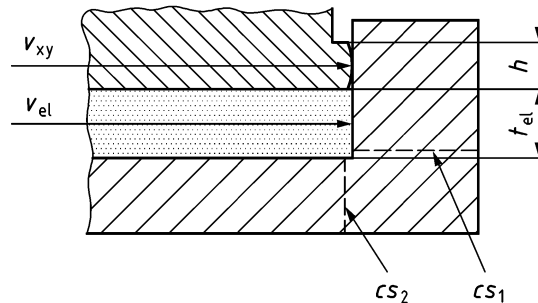
d_{int} der Innendurchmesser des Topfs;

d_{ext} der Außendurchmesser des Topfs;

μ_s die Reibungszahl zwischen Deckel und Topfring (= 0,6).

Das elastische aufnehmbare Biegemoment des Rings pro mm wird anhand der Gleichung (35) berechnet:

$$M'_{Rde} = f_y \cdot \frac{\{0,5(d_{ext} - d_{int})\}^2}{6} \quad (35)$$



Legende

h halbe Höhe der Stufenvorderkante des Deckels

Bild 9 — Querschnitt SC 1 des Übergangs zwischen einer Topfwand und einem Topfboden

Die folgenden Kriterien müssen erfüllt werden.

- Die kombinierte Wirkung aus $M'_{EdCS1} + V'_{el,d} + V'_{xy,d} + F'_{z,d}$ darf nicht zu einem Zusammenbruch des Übergangs führen.
- Die Wechselwirkung muss nach EN 1993-1-1:2005, 6.2.10 berücksichtigt werden.
- Die Wirkung von M'_{EdCS1} darf nicht zu Spannungen führen von mehr als f_y :

$$M'_{EdCS1} \leq M'_{RdCS1e}$$

Dabei ist:

M'_{EdCS1} = das Biegemoment pro Längeneinheit im Querschnitt CS1;

M'_{Rde} = das elastische aufnehmbare Biegemoment im Querschnitt CS1.

6.4.3.7 Lastübertragung zwischen Topfwand und Topfboden

6.4.3.7.1 Voll durchgeschweißte Stumpfnah

Die voll durchgeschweißte Stumpfnah zur Verbindung des Topfbodens mit der Topfwand innerhalb der Topfwandung (siehe Bild 2 (b)) ist zu verifizieren.

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (36)$$

Dabei ist

$$V_{Ed} = V_{el,Ed} + V_{xy,Ed} \quad (37)$$

$$V_{Rd} \leq \frac{f_y \times A_p}{\gamma_{M0}} \quad (38)$$

Dabei ist

$$A_p = d_{\text{ext}} \times t_{\text{base}} \quad (39)$$

ANMERKUNG Der Teilfaktor γ_M ist in der Normenreihe EN 1993-1 festgelegt.

6.4.3.7.2 Teilweise durchgeschweißte Stumpfnah

Die teilweise durchgeschweißte Stumpfnah zur Verbindung des Topfbodens mit der Topfwand innerhalb der Topfwand ist zu verifizieren.

$$V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{Rd}} \quad (40)$$

Dabei ist

$$V = V_{\text{el,Ed}} + V_{\text{xy,Ed}} \quad (41)$$

$$V_{\text{Rd}} = \Sigma F_{\text{w,Rd}} \times d_{\text{ext}} \quad (42)$$

Dabei ist

$$F_{\text{w,Rd}} \quad \text{in EN 1993-1-8 festgelegt.}$$

ANMERKUNG Der Teilfaktor γ_M ist in der Normenreihe EN 1993-1 festgelegt.

6.4.3.7.3 Kehlnähte

Kehlnähte zur Verbindung der Topfwand mit der Oberseite des Topfbodens (siehe Bild 2 (c)) sind zu verifizieren.

$$V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{Rd}} \quad (43)$$

Dabei ist

$$V = V_{\text{el,Ed}} + V_{\text{xy,Ed}} \quad (44)$$

$$V_{\text{Rd}} = \Sigma F_{\text{w,Rd}} \times d_{\text{ext}} \quad (45)$$

Dabei ist

$$F_{\text{w,Rd}} \quad \text{in EN 1993-1-8 festgelegt.}$$

ANMERKUNG Der Teilfaktor γ_M ist in der Normenreihe EN 1993-1 festgelegt.

6.4.3.8 Gekammerter Topfring mit Schrauben

Die gekammerten Topfwände mit Schrauben müssen anhand der in der Normenreihe EN 1993-1, EN 1993-2 und EN 1993-1-8 festgelegten Grundsätze verifiziert werden.

Der Widerstand von Gewindebohrungen muss nach prEN 1337-1:2018 verifiziert werden.

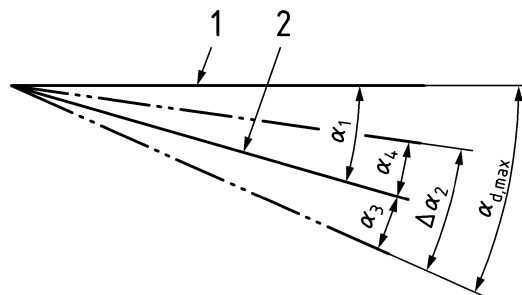
6.5 Verhalten unter Verdrehungen

6.5.1 Allgemeines

Aufgebrachte Verdrehungen erzeugen Rückstellmomente. Die Rückstellmomente sind auf der Grundlage der durch Prüfung nach Anhang E bestimmten Rückstellmomentenfaktoren zu berechnen. Die Rückstellmomente beeinflussen die Druckverteilung zwischen dem Überbau und dem Unterbau, die sich auf die Gleitteile auswirken können (sofern vorhanden).

Das Verdrehungsvermögen eines Topflagers ist durch seine Geometrie wie etwa den Abstand zwischen Topf und Deckel, den Abstand zwischen den Teilen des Deckels, die über die Topfwand hinausragen, und die Dicke des Elastomerkissens begrenzt.

Die Beziehung zwischen den ständigen und den veränderlichen Verdrehungswinkeln ist in Bild 10 dargestellt.



Legende

- 1 Ausgangsposition (ursprünglicher Ausgangszustand)
- 2 Position aufgrund der Verdrehung durch ständige Einwirkungen (gedrehte Position = α_1)
- α_3 Verdrehungen durch variable Lasten
- α_4 Verdrehungen durch variable Lasten
- $\alpha_{d,max}$ maximale Bemessungsverdrehung durch ständige und veränderliche Lasten
- $\Delta\alpha_2$ Verdrehungsbereich durch variable Lasten
- $\alpha_{d,max} = \alpha_1 + \alpha_3$ (30)

Bild 10 —Darstellung der Rotationswinkel

Unter der Grundkombination der Einwirkungen darf der Höchstwert der Verdrehung $\alpha_{d,max}$ 0,03 rad nicht übersteigen.

Unter der häufig auftretenden Kombination von Einwirkungen darf die Verdrehungsdifferenz $\Delta\alpha_2$ den Wert 0,005 rad nicht übersteigen.

6.5.2 Rückstellmoment

6.5.2.1 Rückstellmoment infolge der Einleitung der Verdrehung des Elastomerkissens und der Innendichtung

Für die Verifizierung der angrenzenden Bauteile ist der Höchstwert des Rückstellmoments M_{rt} des Elastomerkissens und der Innendichtung anhand der Gleichung (46) zu bestimmen:

$$M_{rt} = 32 \times d_{el}^3 \times (k_0 + (k_1 \times \alpha_1) + (k_2 \times \alpha_{2,max})) \quad (46)$$

Dabei ist/sind

k_0 , k_1 und k_2 anhand der nach Anhang D ausgeführten Typprüfungen zu bestimmen;

d_{el} der Durchmesser des Elastomerkissens (mm);

M_{rt} das Rückstellmoment;

α_1 der resultierende Verdrehungswinkel durch ständige Einwirkungen in rad (siehe Bild 10);

$\alpha_{2,max}$ der resultierende Verdrehungswinkel durch veränderliche Einwirkungen in rad (siehe Bild 10).

6.5.2.2 Reibungswirkung durch den Kontakt zwischen Topf und Deckel

Das zusätzliche Moment M_{fric} , das durch Reibung in der Kontaktfläche zwischen Topf und Deckel verursacht wird, ist zu berücksichtigen. Bei der Berechnung dieses Moments ist die Reibungszahl zwischen der Topfwand und dem Deckel als 0,4 anzunehmen.

6.5.2.3 Gesamtrückstellmoment durch Verdrehung

Das Gesamtrückstellmoment durch Verdrehung $M_{tot,r}$, das bei der Bemessung des angrenzenden Bauwerks und der Lagerbauteile zu berücksichtigen ist, ist als die vektorielle Summe der Momente, die nach 6.5.2.1 und 6.5.2.2 berechnet wurden, anzunehmen.

6.5.3 Nutzungsdauer — Nutzungsdauer der Dichtung aufgrund des Gleitkontakts mit der Topfwand

In Abwesenheit von Daten zum akkumulierten Gleitweg sind Dichtungen des Typs C zu wählen.

Veränderliche Verdrehung führt zu einer relativen Gleitbewegung zwischen der Dichtung und der Topfwand. Die Akkumulation dieser Gleitbewegungen beeinflusst die Dauerhaftigkeit der Innendichtung.

Die Differenz zwischen der in den Prüfungen verwendeten Gleitbewegung mit konstanter Amplitude und den Bewegungen mit veränderlicher Amplitude, denen das Lager aufgrund des Verkehrs ausgesetzt ist, muss durch einen Faktor c berücksichtigt werden. Sofern nicht anders durch die Prüfung festgelegt, muss c 5 betragen.

Die tatsächliche akkumulierte Gleitbewegung $s_{A,d}$ kann anhand der von dem Konstrukteur vorgelegten Daten mit Hilfe der Gleichungen (47) und (48) geschätzt werden.

$$s_{A,d} = n_v \times \Delta\alpha_Q \times \frac{d_{int}}{2} \quad (47)$$

$$s_{A,d} \leq s_R \quad (48)$$

Dabei ist

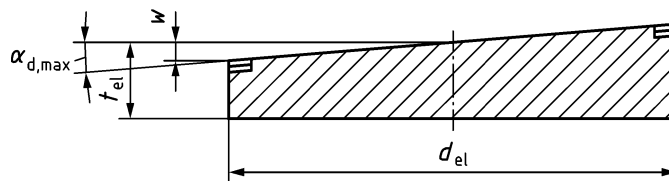
$s_{A,d}$ die tatsächliche akkumulierte Gleitbewegung der Innendichtung infolge von Verkehrslasten;

n_v die Anzahl der Fahrzeuge (Lkw) während der vorgesehenen Nutzungsdauer des Lagers;

s_R der akkumulierte Gleitweg der Innendichtung nach 4.3.

$\Delta\alpha_Q$ ist unter Verwendung eines geeigneten Fahrzeugmodells nach den nationalen Anhängen zu EN 1991-2 zu bestimmen. Falls solche Daten nicht vorliegen, sollte das Belastungsmodell 3 für Ermüdung nach EN 1991-2 angewendet werden.

6.5.4 Geometrische Kriterien für die erforderliche Verdrehung



Legende

- 1 Beispiel der kritischen Position für den Kontaktverlust
- 2 Beispiel der kritischen Position für Verklemmung

Bild 11 — Skizze der geometrischen Bedingungen für die Verdrehung

Es besteht kein Kontakt zwischen der Oberseite der Topfwandung und anderen metallischen Komponenten (Nr. 2 in Bild 11).

Es muss anhand der Gleichungen (49) bis (51) nachgewiesen werden, dass die volle horizontale Tragfähigkeit bei maximaler Verdrehung verfügbar ist.

Bei zylindrischen Oberflächen:

$$b = 2 b_{cal} \quad (49)$$

Bei ringförmigen Oberflächen:

$$b_{cal} = 1,52 \sqrt{\frac{1,5 \times V_{xy,Ed} \times r_1}{E \times d_{int}}} \quad (50)$$

und

$$b = 2b_{cal} + \alpha_{d,max} \times d_{pist} \quad (51)$$

Dabei ist

- r_1 der Radius der Kontaktfläche (mm);
- E der Elastizitätsmodul (N/mm²);
- $\alpha_{d,max}$ der Bemessungswert des größten Verdrehungswinkels (siehe Bild 10).

6.6 Kombination aus vertikalen Lasten und Verdrehungen — Mindestdicke

Das Elastomerkissen muss so bemessen sein, dass unter der Grundkombination von Einwirkungen die Gesamtverdrehung $\alpha_{d,max}$ (siehe Bild 12) nicht zu einer Durchbiegung Δt an irgendeinem Punkt des Umfangs führt, die mehr als 15 % der Kissendicke t_{el} beträgt (siehe Bild 12).

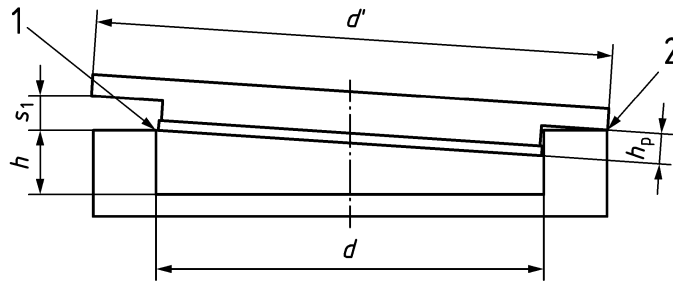


Bild 12 — Zulässige Verformung des Elastomerkissens

Zur Erfüllung dieser Anforderung muss die Minstdicke des Elastomerkissens anhand der Gleichung (52) berechnet werden.

$$t_{el,min} = 3,33 \times \alpha_{d,max} \times d_{el} \quad (52)$$

Darüber hinaus darf die Dicke des Elastomerkissens t_{el} nicht weniger betragen als:

$$\frac{d_{el}}{15}$$

6.7 Kombination mit anderen Lagern oder Elementen

6.7.1 Kombination mit einem Gleitteil

Wird ein Topflager mit einem Gleitteil nach prEN 1337-2:2018 kombiniert, ist die Wechselwirkung der einzelnen Komponenten – insbesondere im Hinblick auf die relative Verformung und Dehnung – zu berücksichtigen. Zusätzliche mechanische und geometrische Effekte, z. B. infolge seitlicher Kräfte in Führungen (Reibung, Beziehung zwischen Einwirkung und Widerstand), die zu Exzentrizitäten zusätzlich zu den Exzentrizitäten aus dem Rückstellmoment nach 6.5.2.3 führen, sind zu berücksichtigen.

6.7.2 Lastverteilung in den Komponenten

Der Winkel der Lastausbreitung in einer Komponente, wie in Bild 13 dargestellt, ist mit 45° anzunehmen, es sei denn, dass ein größerer Winkel durch Berechnungen, die die Eigenschaften der angrenzenden Komponenten, Materialien und Tragwerksteile berücksichtigen, gerechtfertigt wird. Der angenommene Lastausbreitungswinkel darf nicht mehr als 60° betragen.

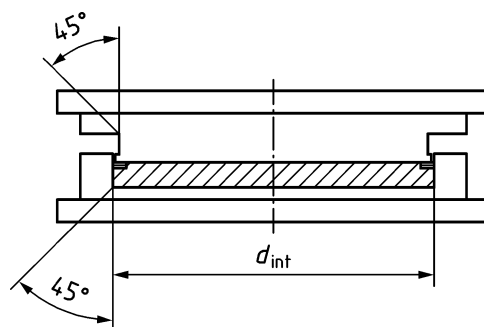


Bild 13 — Lastverteilung in den Komponenten